DIFFÉRENCES MICROBIOLOGIQUES ET ULTRASTRUCTURALES ENTRE TROIS SOLS DE LA GUYANE FRANÇAISE. INFLUENCE DU COUVERT FORESTIER

par Gérard KILBERTUS et Jacques PROTH

Laboratoire de Botanique et de Microbiologie, Université de Nancy-1

RESUME

Les auteurs ont suivi en microscopie électronique à transmission les modifications ultrastructurales dans le sol provoquées par le déboisement intensif de certaines parcelles, en Guyane Française. Les effets du feu ont aussi été étudiés.

INTRODUCTION

Sous les climats tropicaux, la chute des feuilles est constante tout au long de l'année, avec cependant une légère augmentation au cours de la saison sèche (II). Cependant, malgré des productions primaires très importantes, on n'assiste pas à une accumulation de litière. Cette dernière, du fait de l'activité intense de la flore et de la faune du sol, est presque entièrement métabolisée avant son incorporation au sol. Il en résulte qu'il n'y a pratiquement pas d'accumulation d'humus dans ces sols (5). La luxuriante végétation tropicale se développe aux dépens des stades fugaces de dégradation de la matière organique, les sols étant pour ainsi dire sans réserves. L'équilibre de ces écosystèmes est donc très fragile et si l'on supprime le couvert végétal, on peut s'attendre à une dégradation chimique et biologique extrêmement rapide de ces milieux.

Or le 3° plan de développement de la Guyane prévoit une exploitation intense de la forêt à des fins papetières. Les premières stations ainsi traitées ont été équipées par l'ORSTOM de Cayenne et la

103[e] Congrès national des sociétés savantes, Nancy, 1978, sciences, fasc. I, p. 331-345.

CTFT de Kourou. Quatre types d'aménagements ont été prévus : forestier, pastoral, agricole et abattis traditionnels.

La suppression totale de la forêt dans ces pays à relief très tourmenté et à forte précipitation entraîne non seulement une modification importante du cycle de l'eau, mais également une érosion intense.La terre arable subit directement les effets du ruissellement et de la lumière solaire. Or la microflore est conditionnée par les facteurs climatiques, le type de la végétation et le pH (6). Nous avons tenté au cours de cette étude , d'apprécier de manière générale,les modifications provoquées par la suppression de la forêt en Guyane Française et de comparer ces résultats avec ceux obtenus après étude des sols des abattis brûlés, technique culturale très utilisée dans ce pays.

MATERIEL ET METHODES

A. DESCRIPTION DES STATIONS

Située sur la piste de St Elie, à environ I5km au sud de Sinnamary,une parcelle de IO hectare a été exploitée par la société Arbocel en juin-aout I976. Cette surface a été étendue à 25ha par la CTFT de Kourou en août-septembre I976 de manière à éliminer les effets lisières au centre de la parcelle au cours des études.Une partie de cette station a brûlé accidentellement en octobre I976. Au cours de cette étude préliminaire nous avons choisi 3 stations:

- I : station forestière à proximitée de la zône déboisée.
- 2 : station sur la parcelle non brûlée
- 3 : station sur la partie brûlée.

I) Station I

Le peuplement de cette station forestière est caractérisé par une très grande diversité spécifique. Sur 4000 individus ligneux en moyenne à l'hectare et dont la taille est supérieure à 2m,on ne compte pas moins de 250 espèces. Parmi celles-ci et dans un ordre décroissant d'apparition,on rencontre le plus fréquemment : Conohoria flavescens, Eperua sp, Lecythis corrugata, une annonacées indéterminée, Eugenia sp,Dicorinya guinensis, Theobroma speciosum, Eschweilera collina, Macrolobium bifolium, Iryanthera sagotiana,

Couepia glandulosa, Symphonia sp, etc... (J.P. Lescure I977, communication personnelle).A cette flore il faut rajouter de nombreuses fougères épiphytes, des lianes, quelques herbacées et de nombreuses bryophytes se développant essentiellement à la base des troncs et sur les vieilles souches.

2) Station 2

Les prélèvements ont été effectué sur les zônes non brûlées. D'abondants troncs morts,des branches et des brindilles recouvrent environ 60% de la surface du sol.On peut observer de nombreux rejets à partir des souches et qui sont à l'origine d'une litière clairsemée. La végétation arborescente est représentée par quelques Secropia (bois canon), des Goupia glabra et Xylopia sp.La strate herbacée est constituée par Sclerotia sp (herbe rasoir) et quelques fougères. Les bryophytes sont absentes.

3) Station 3

Dévastée par le feu, cette station présente de nombreuses souches calcinées. La couverture arborescente (environ de 2 à 5%) est constituée par des Secropia sp et des palmiers. Les herbacées couvrent environ 3% du sol (Scleria sp et fougères) . Dans les endroits ombragés on peut observer une bryophyte:Funaria hygrometrica qui se développe sur les débris calcinés des arbres.

4)Données climatologiques et pédologiques.

Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 3.450mm, provoquant sur les versants boisés, à forte pente des taux d'érosion de 0,2 à I tonne/ha/an (Communication ORSTOM-CTFT I977). La roche mère est constituée par des schistes séricíteux ou micacés avec des filons de quartzite. La couche arable, peu épaisse(5cm environ) repose sur un horizon nodulaire constitué par des concressions ou nodules ferrugineux .

Ces sols guyanais sont caractérisés par une extrème variabilité des pédoclimats se traduisant par une granulométrie variable: jusqu'à 80% de cailloux, argiles : de I5 à 30%, limon:de 5 à I0%, sables fins: de I2 à 30%, sables grossiers :de 35 à 60%. Le pH est compris entre 4,3 et 4,9 et le taux de matières organiques entre I,8 et 8,7%. Signalons enfin que 87 à 88% des racines se situent

dans la tranche de 0 à -20cm du sol. Cette présence nombreuse ne peut que se traduire par un effet rhizosphère important. Enfin le pF 4,2 n'a jamais été atteint dans ces biotopes (Données ORSTOM Cayenne).

B. PREPARATION DES ECHANTILLONS

Les échantillons du sol ont été fixés selon la technique de Ryter et Kellenberger(8). Les coupes fines obtenues ont été contrastées au citrate de plomb(7) ou selon la technique de mise en évidence des polysaccharides(9).

RESULTATS

Le sol de la station I ne présente qu'un nombre restreint de feuillets d'argile par rapport aux sols des régions tempérées qui ont été étudiés précédemment à l'aide des mêmes techniques (I,3 et 4). Les coupes fines laissent voir des plages importantes constituées par des substances sombres représentant probablement des substances organiques ou des éléments minéraux ou métalliques (Figure I). Dans de rares cas, on peut assister à une concentration très importante de matériel conduisant à la formation d'amas opaques aux électrons.

Les réserves organiques sont peu abondantes, ce qui confirme la pauvreté en réserves nutritives de ces sols malgré la luxuriance de la végétation qui les recouvre. Elles sont essentiellement constituées par un matériel de nature fibrillaire et elles ne sont que partiellement entourées d'argiles. De ce fait leur existance doit être brève car l'attaque par les microorganismes en est facilitée comme en témoigne la figure 3. Ces amas servent en effet de support trophique à certaines bactéries. La deuxième réserve organique potentielle est constituée par les colonies bactériennes(Figure2). Ces formations sont analogues à celles que nous avons observées précédemment(3). Ces bactéries contiennent de nombreuses substances de réserves de nature polysaccharidique (Figure 2). Ces germes sont eux-mêmes inclus dans une masse mucilagineuse à la surface de laquelle s'adsorbent les feuillets d'argile.

La présence de ces minéraux autour des colonies bactériennes

constitue un facteur protecteur vis à vis des substances chimiques et biologiques étrangères ainsi qu'à l'encontre des écarts thermiques et hydriques. Cette enveloppe permet la survie de certains germes au cours de la saison sèche ou lors de la disparition du couvert forestier. La présence de colonies bactériennes de ce type indique que le sol en question ne subit que peu de modifications tant du point de vue physique que trophique. Cependant les réserves sont très faibles ce qui rend ces microassociations très instables. La suppression du couvert forestier élimine non seulement la faible partie de substances organiques qui s'incorporait annuellement au sol, mais également la source de produits hydrosolubles lessivés à partir des litières. Enfin, la lumière solaire agissant directement sur le sol, augmente la vitesse de l'évaporation et la température du sol, diminuant d'autant les chances de survie des microorganismes.

La partie abiotique du sol de la station 2 (partie déboisée, mais non brûlée)est semblable à celle de la station forestière. Les feuillets argileux sont cependant plus abondant par rapport aux substances organiques que précédemment (Figure 6). Lorsque les colonies sont encore visibles, elles présentent des bactéries contractées à l'intérieur du mucilage. La forme du germe devient irrégulière (Figure 4), les réserves intracellulaires diminuent et la paroi est profondémment transformée. Ces figures rappelent les phénomènes de plasmolyse décrits par Scheie (IO).Les germes présents dans les structures fibrillaires présentent également une ultrastructure très modifiée (Figure 7). On les retrouve aussi contractés à l'intérieur du substrat et leurs structures cytoplasmiques sont désorganisées. Enfin, il est fréquent de rencontrer des organismes de nature indéfinissable tel que celui de la figure 5. La suppression du couvert forestier se traduit donc par une raréfaction des microorganismes et une modification profonde de leur ultrastructure, ce qui laisse présager une diminution importante de leur possibilité de survie.

Dans le cas de la station déboisée et brûlée (Station 3), on peut observer une situation intermédiaire. Les cendres constituent un bon engrais minéral et la fertilité des sols tropicaux est

grande durant la première année suivant le traitement. Il est certain que le feu, en stérilisant partiellement le milieu, réduit considérablement , dans un premier temps, la vitesse de la biodégradation. Les débris végétaux imparfaitement calcinés, les cuticules d'insectes, etc.. contribuent à augmenter de façon non négligeable le taux de matière organique du sol. La présence de ces fragments non décomposés permet au départ, le développement d'une flore fongique saprophyte. Cette hypothèse est confirmée par la présence de nombreux débris fongiques dans cette station (Figure IO et II). Mais, s'il subsiste encore parfois des rudiments de matériel cytoplasmique (Figure II), le contenu cellulaire a en général disparu et la paroi est déjà profondément altérée (Figure IO). Cela laisse supposer que la période d'activité de ces eucaryotes est très brève.

On y rencontre aussi des substances de nature chitineuse (Figure 9)correspondant probablement à des corps d'insectes ou à leurs mues. Enfin, on voit de nombreuses structures membranaires comparebles à celles de la figure 8.

Les microorganismes sont différents de ceux des deux autres stations. Au milieu des structures fibrillaires précédemment citées (Figures 3 et7) se développent des germes de très petite taille (de I/4 à I/3µm)qui présentent une plage plus sombre à l'intérieur de leur cellule (Figure I5). Dans les colonies (Figure I2) les bactéries sont aussi souvent rétractées, mais leur ultrastructure correspond à celle d'un organisme vivant. Les réserves sont réduites. Mais le plus souvent les procaryotes sont isolés (Figures I6, I8 et I9). La désorganisation des colonies peut résulter d'un apport important d'aliments (I,2 et 4). Ici, on rencontre aussi des restants de parois végétales(Figure I6) ou des débris riches en polysaccharides (Figure I8). On rencontre enfin des organismes inhabituels tels que ceux des figures I3 et I4. Ils semblent caractériser cette station et n'ont jamais été rencontrés ailleurs.

BIBLIOGRAPHIE

(I)El BALKHI(M.),MANGENOT(F.),PROTH(J.),KILBERTUS(G.)-I978- Influence de la percolationd'une solution de saccharose sur la composition qualitaitve et quantitative de la microflore bactérienne d'un sol, Soil Sci. Plant. Nutr.,

(2) KIFFER(E.),KILBERTUS(G.),PROTH(J.)-I978-Rhizoplan et mycorrhyzoplan de Picea abies (L.)Karst.,Bull.Soc. Lorr.Sci.,

(3) KILBERTUS(G.),KIFFER(E.A.A.)-I977- Use of electron microscopy for soil microbiology.Capabilities and limitations,Zbl.Bakt., I32 ,392-399.

(4) KILBERTUS(G.),KIFFER(E.),PROTH(J.)-I977-Influence des racines asymbiotiques et mycorrhyzées de Picea abies (L.)Karst. sur la microflore tellurique,Rev. Ecol. Biol. Sol,

(5) MADGE(D.S.)-I965-(in J.R. Lofty - Olygochetes : Biology of Plant litter decomposition.II. ed. Dickinson et Pugh,Acad. Press,London),Pedobiologia,9 , I88-2I4.

(6) POCHON(J.),DE BARJAC(H.)-I958- Traité de microbiologie des sols. Ed. Dunod,Paris,685pp.

(7) REYNOLDS(E.S.)-I963-The use of lead citrate at hight pH as an electron opaque stain in electron microscopy,J.Cell.Biol. , I7, I76-I9I.

(8) RYTER(A.),KELLENBERGER(E.)-I958- Etude au microscope électronique de plasma contenant de l'acide désoxyribonucléique.I.Les nucléotides des bactéries en croissance active.Z.Naturforschg. I36,597-605.

(9) THIERY(J.P.)-I967-Mise en évidence des polysaccharides sur coupes fines en microscopie électronique,J.Microscopie,6, 987-IOI7.

(IO) SCHEIE (P.O.)- Plasmolysis of Escherichia coli B/r with sucrose. J.Bacteriol., 98, 335-340.

(II) WILLIAMS (S.T.),GRAY(T.G.R.)-I974-Decomposition of litter on the soil surface (in Biology of Plant litter decomposition. II. Ed. Dickinson et Pugh,Acad.Press London),6II-632.

PLANCHE I : Station forestière

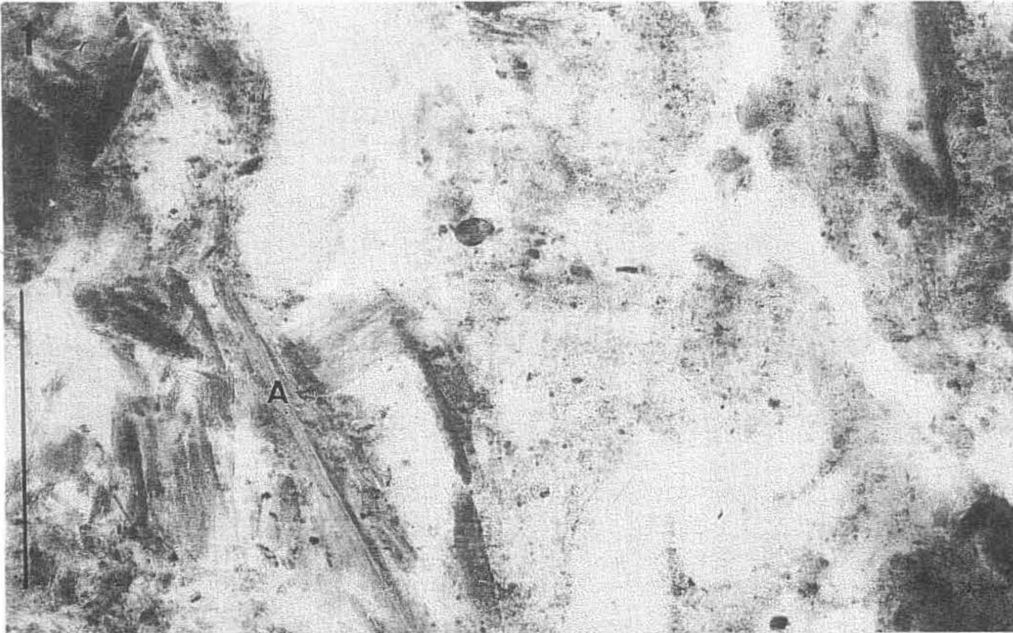
Chaque échelle correspond à Iµm. R : Reynolds. T : Thiéry

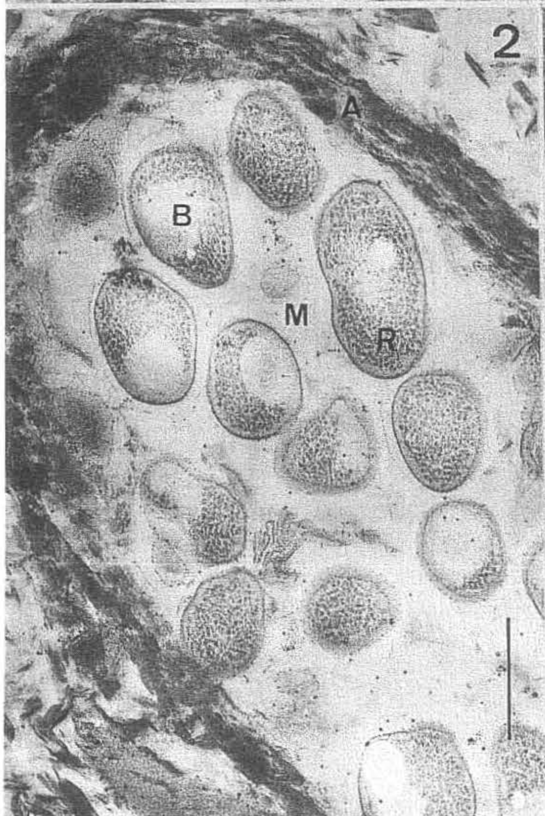
Figure I : Aspect général du sol de la station forestière. A: argile. R.
Figure 2 : Colonie bactérienne englobée dans un mucilage à la surface duquel s'adsorbent des feuillets d'argile. A : argile, B: bactérie, M: mucilage, R: réserves glucidiques . T .
Figure 3 : Réserves à structure fibrillaire métabolisées par une bactérie. F: réserves, B: bactérie, L: zône de lyse. R .

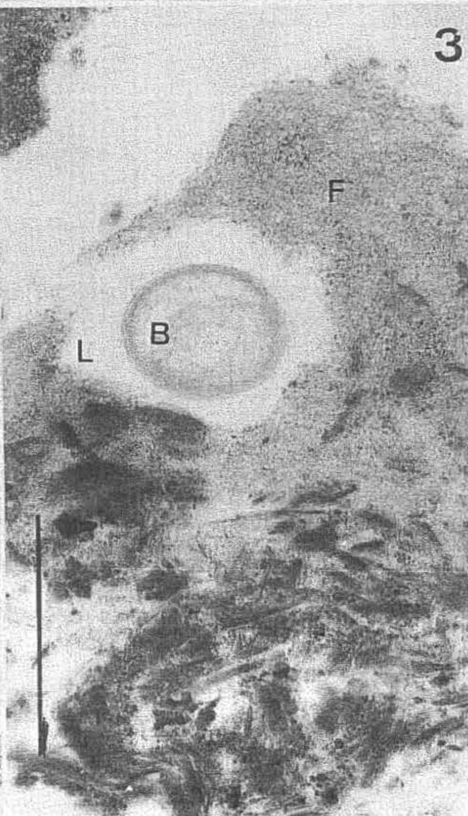
PLANCHE II : Station déboisée mais non brûlée.

Chaque échelle correspond à Iµm. R: Reynolds. T: Thiéry.

Figure 4 : Colonies bactériennes. Bactéries plasmolysées à l'intérieur de la masse polysaccharidique. B: bactérie , P : polysaccharide . T .
Figure 5 : Organisme de nature indéterminé. T .
Figure 6 : Aspect général du sol de la station 2 . R .
Figure 7 : Microorganismes à ultrastructure très altérée, à l'intérieur de substances de réserve de nature fibrillaire. R .


1
A


2
A
B
M
R


3
F
L
B

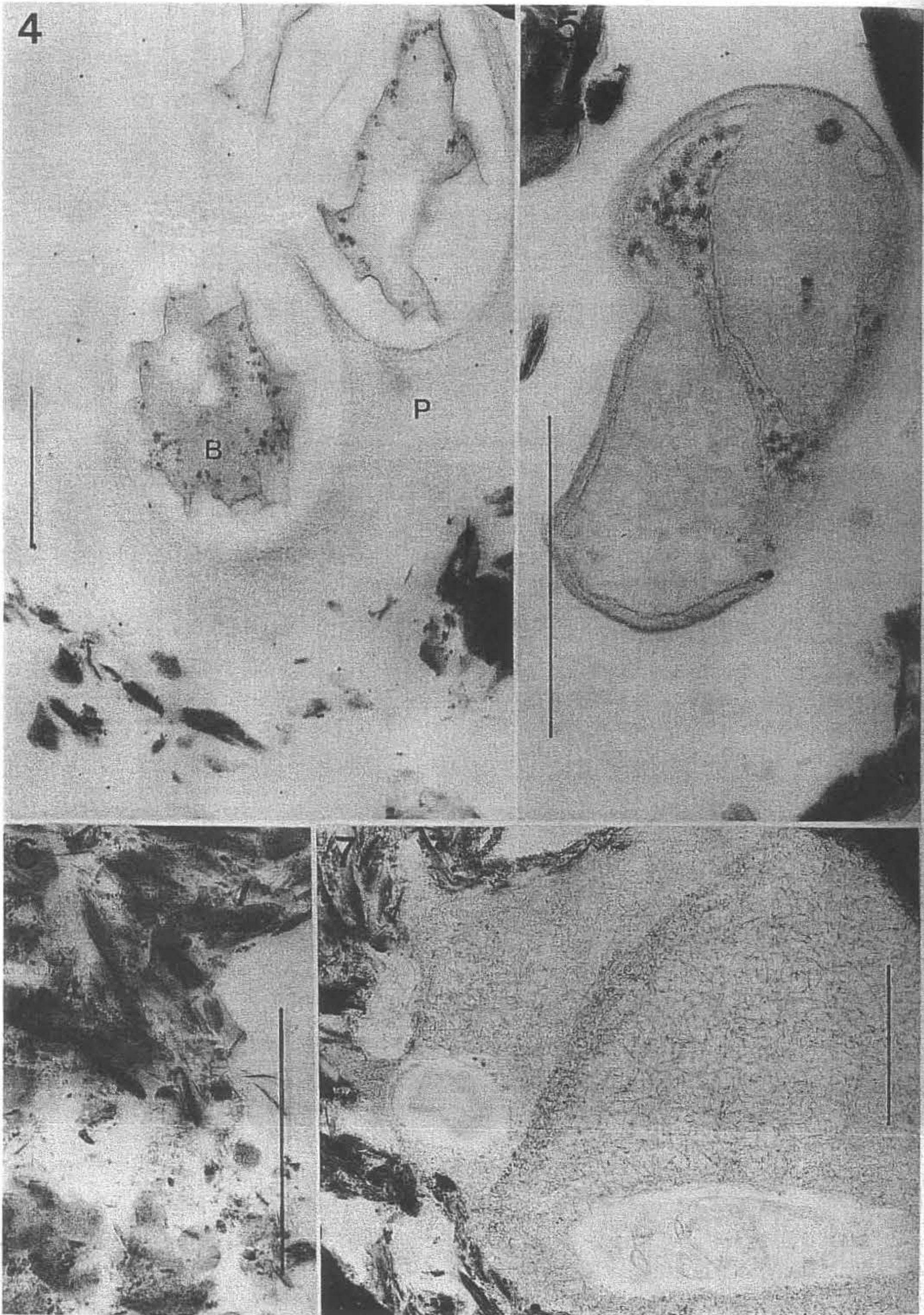

4
B
P

PLANCHE III : Station déboisée et brûlée.

Chaque échelle correspond à Iμm. R : Reynolds. T: Thiéry.

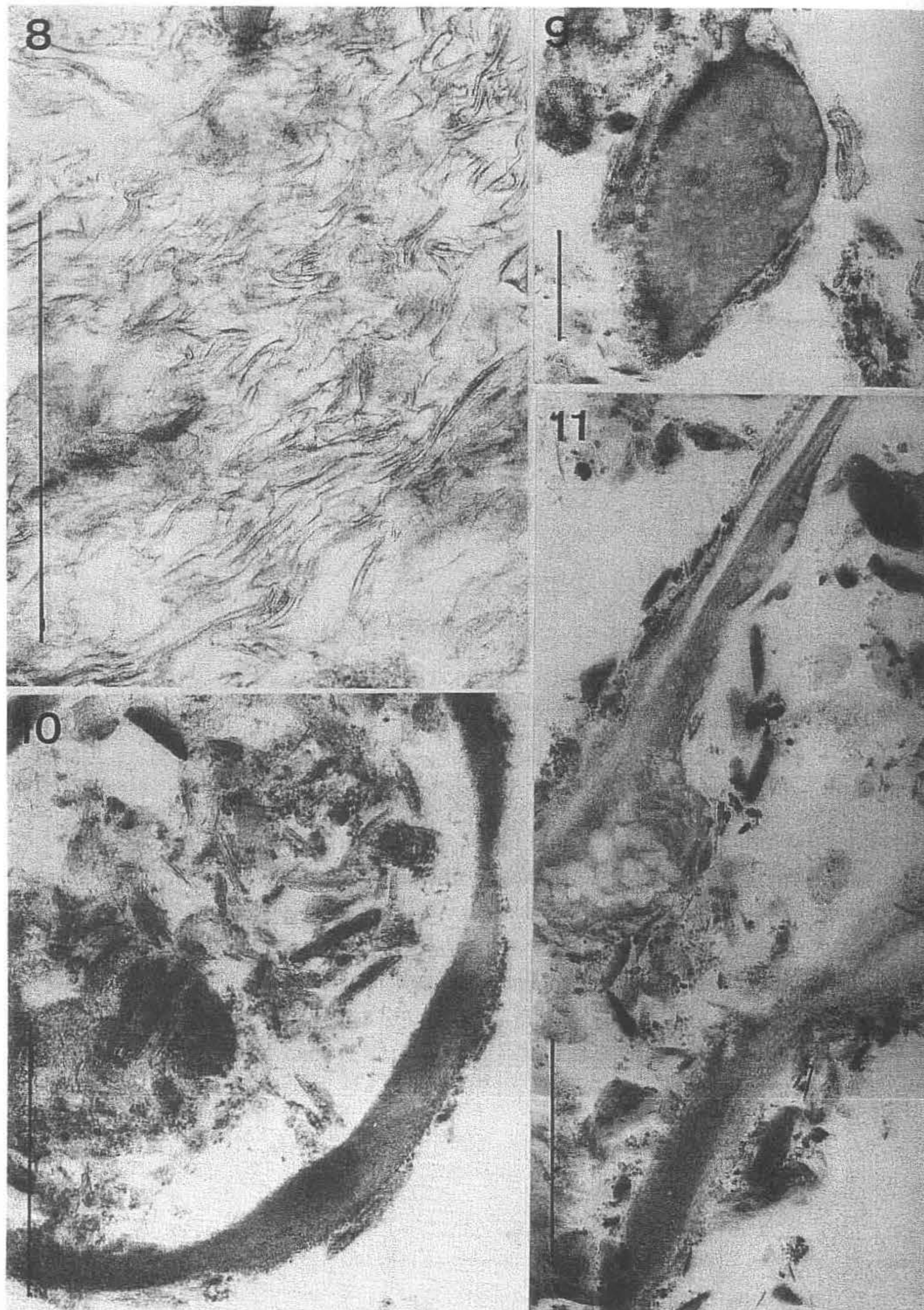
Figure 8 : Structures membranaires rencontrées dans le sol. R .
Figure 9 : Résidus de chitine. R .
Figures IO et II : Débris de parois fongiques. R .

PLANCHE IV : Station déboisée et brûlée.

Chaque échelle correspond à Iμm. R : Reynolds. T: Thiéry.

Figure I2 : Colonies bactériennes. Bactéries légèrement plasmolysées. T .
Figures I3 et I4 : Organismes de nature indéfinissable rencontrés dans le sol de la station 3. Figure I3 : R. Figure I4:T.
Figure I5 : Microorganismes de petite taille se développant dans des substances organiques de nature fibrillaire. R .

PLANCHE III



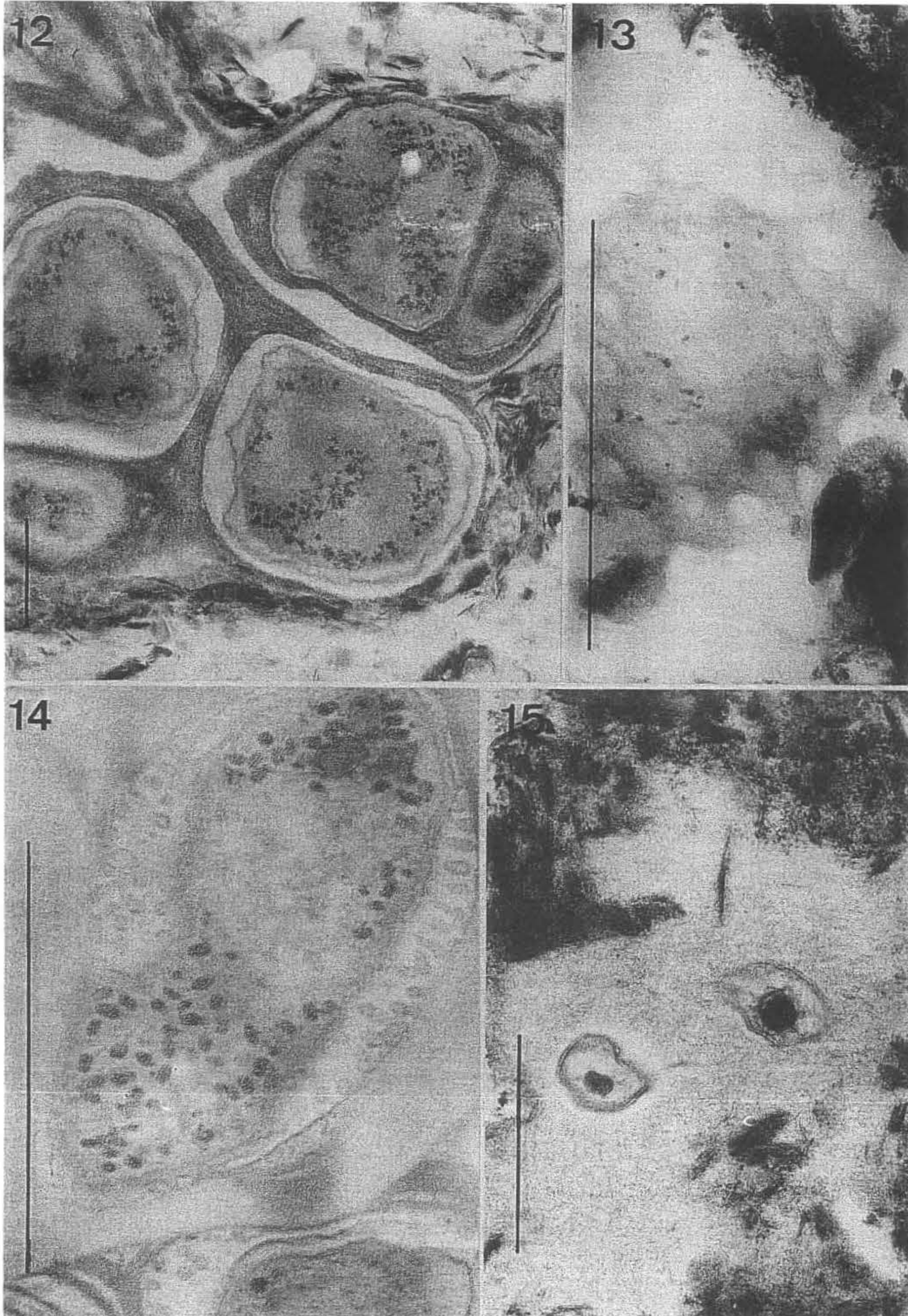
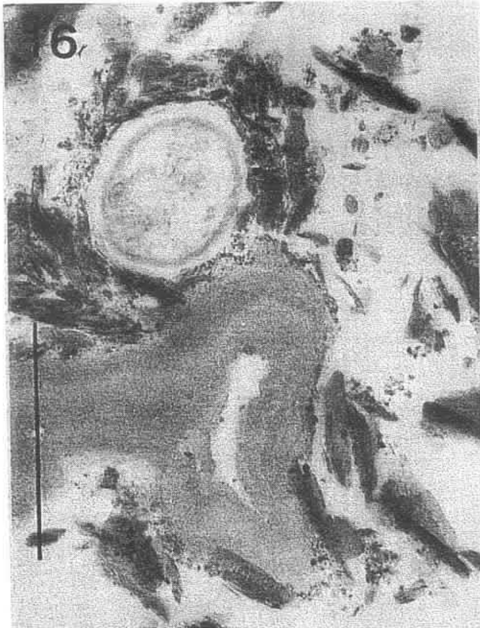

12
13
14
15

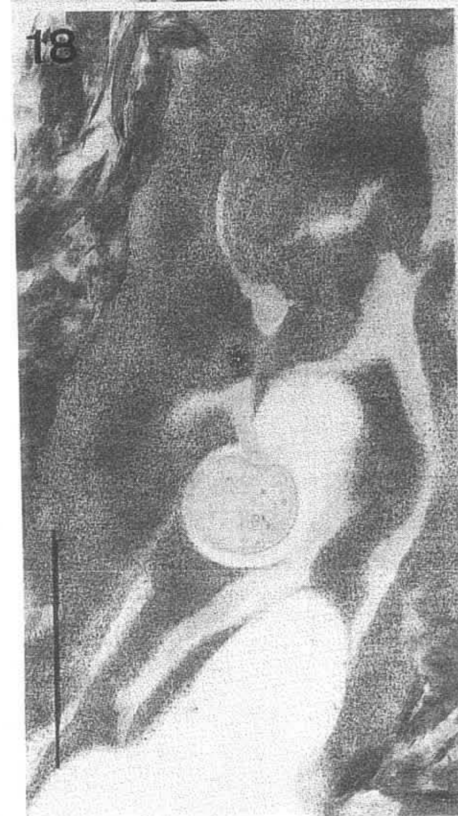
PLANCHE V : Station déboisée et brûlée.

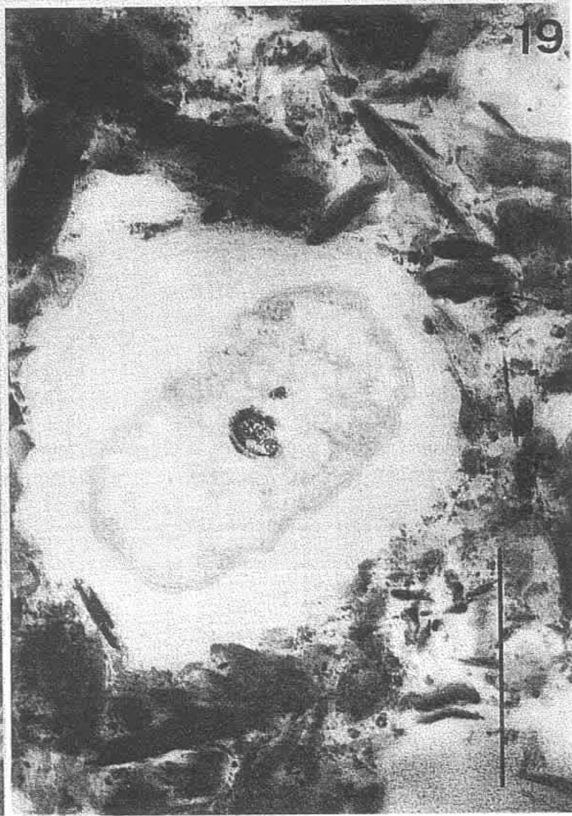
Chaque échelle correspond à Ium. R: Reynolds . T : Thiéry.

Figure I6 : Bactérie au contact d'une paroi végétale fortement altérée. R .
Figure I7 : Endospore bactérienne. R .
Figure I8 : Bactérie à l'intérieur de substances de nature polysaccharidiques. T .
Figure I9 : Bactérie isolée . R .


16


17


18


19